

# Bypassing des Herzens

➤ **dSPACE-Prototyping-System hilft Medizintechnikern**

➤ **Entwicklung eines intelligenten Blutsensors**

➤ **Bypass-Technik imitiert Herzschritt-macher**

SterlingTech, einer der führenden Anbieter innovativer Software-Lösungen für Hersteller medizinischer Geräte, unterstützte einen Kunden bei einem U.S.-Patent für einen Impedanzsensor (Gerät zur Messung des Blutdurchflusses im Herzen). Das Unternehmen führte Experimente mit einem dSPACE-Prototyping-System in Verbindung mit MATLAB®/Simulink® für den modellbasierten Reglerentwurf durch.

## Bypassing des elementarsten aller Regler

Im Bereich Rapid Prototyping ist Bypassing eine probate Methode zur Optimierung von Regelfunktionen an der realen Regelstrecke, die sich sowohl in der Automobilindustrie als auch in der Luft- und Raumfahrt zur Validierung neuer Regelalgorithmen mechanischer Anwendungen wie Einspritz-, Autopilot- und Antiblockiersysteme etabliert hat. Jetzt setzt die Medizintechnik neue Maßstäbe für Rapid Prototyping und

Bypassing, indem Medizintechniker Rapid-Prototyping-Werkzeuge in ihren Forschungsprojekten einsetzen. In diesem Bereich

findet sich auch das amerikanische Unternehmen SterlingTech, das sich auf Software-Entwicklung für medizinische Geräte spezialisiert hat.

SterlingTech beendete kürzlich im Auftrag eines Kunden eine Experimentreihe im Bereich Echtzeitprototyping. Das Ziel dabei war die Patentierung eines Impedanzsensors

(Patentnummer: 5,999,854), einem Gerät zur Messung des Blutflusses durch das Herz.

## Intelligenter Blutsensensor

Der Sensor soll Geräte im Bereich Herzrhythmusmanagement (Cardiac Rhythm Management, CRM), zum Beispiel künstliche Herzschritt-macher, optimieren. Er sorgt für eine verbesserte Messung und Regelung des Blutflusses im Herzen, schützt vor leeren Batterien und erkennt

defekte Zuleitungsdrähte – Probleme, die bei Herzpatienten so schnell wie möglich behoben werden müssen. „Die Sensoren in heutigen Herzschritt-machern sind nicht sehr gut, wenn es darum geht, den Herzschlag bei Bewegung oder sportlicher Betätigung zu beschleunigen bzw. dann zu verlangsamen, wenn der Mensch zur Ruhe kommt“, erklärt SterlingTech-Gründer und President Dan Sterling. „Wir entwickelten einen Sensor, der den Blutdurchfluss des Herzens in Echtzeit erhöht bzw. verringert.“

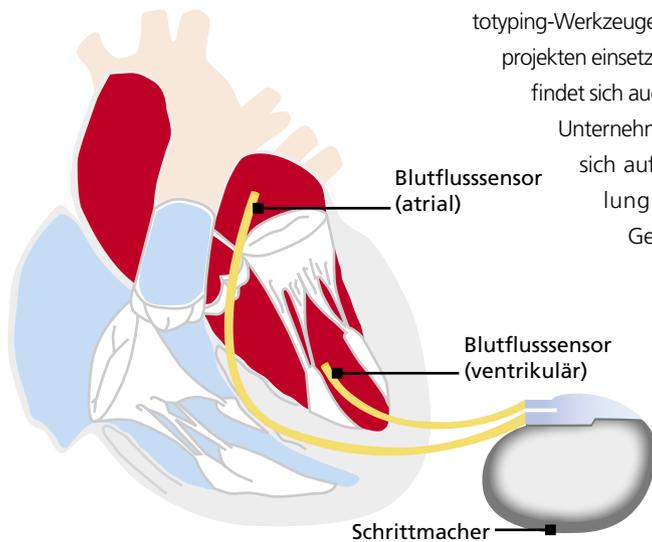
SterlingTech unterstützte seinen Kunden bei der Patenterteilung für den Blutflusssensor durch Generierung von Rohdaten, mit denen die Validierung des Sensors vollständig unterstützt und evaluiert werden konnte.

## Herzen unter Kontrolle

Die Experimentumgebung, mit der SterlingTech das Verhalten eines heutigen Herzschritt-machers nachbilden konnte, bestand aus einem dSPACE-Prototyping-System, der modellbasierten Entwurfssoftware MATLAB/Simulink, C und C++ für Windows/PC sowie C und Assembler für den TI DSP (TMS320C6X). Das Echtzeitsystem wurde erfolgreich zur Einstellung und Regelung der Herzfrequenz lebender Tiere im Labor unter Narkose und im Laufrad eingesetzt. Das System besteht aus folgenden Elementen:

- „lebendes Labortier“ = Regelstrecke
- „Herz“ = Standardregler
- „dSPACE-System“ = Bypass-System zur Erweiterung des Standardreglers durch zusätzliche Leistungsmerkmale

„Das System erkannte den Herzbedarf an Blut und leitete es dementsprechend in Echtzeit durch das Herz“, so Sterling. „Tatsächlich ließ das dSPACE-Equipment ihre Herzen schlagen.“ Der Experimentaufbau diente zur Ausführung



▲ Die Sensoren sind im linken Vorhof und in der linken Herzkammer positioniert.

der Testalgorithmen, zur Abnahme der Echtzeitinformationen vom Impedanzsensor und nicht zuletzt zur Regelung des Herzschrittmachers. Das SterlingTech-Team programmierte die Software für die Aufstellung und die Erfassung der Sensordaten und implementierte anschließend einen Herzschrittmacher, der auf Kundenwunsch in Echtzeit während des Experiments konfiguriert werden konnte. Zudem erstellten sie die kundenspezifischen Simulink-Blöcke mit ihren neuen programmierten Experimentialgorithmen, so dass sie zur Laufzeit konfigurierbar waren. Da die Experimente an lebenden Tieren durchgeführt wurden, mussten sowohl ein hohes Maß an Zuverlässigkeit und Regelmöglichkeiten als auch ein schnell und leicht konfigurierbares Computersystem vorhanden sein.

## Reproduzierbarkeit

Durch die automatisierbaren Testoptionen des dSPACE-Systems konnte SterlingTech Programme wiederholt ablaufen

*„Ich würde dSPACE-Produkte definitiv für den Einsatz in klinischen Studien empfehlen – besonders da, wo Parameter und Algorithmen häufig geändert werden müssen.“*

**Dan Sterling**

lassen. Die während der Laborversuche erfassten Rohdaten wurden mit modifizierten Systemkonfigurationen erneut im

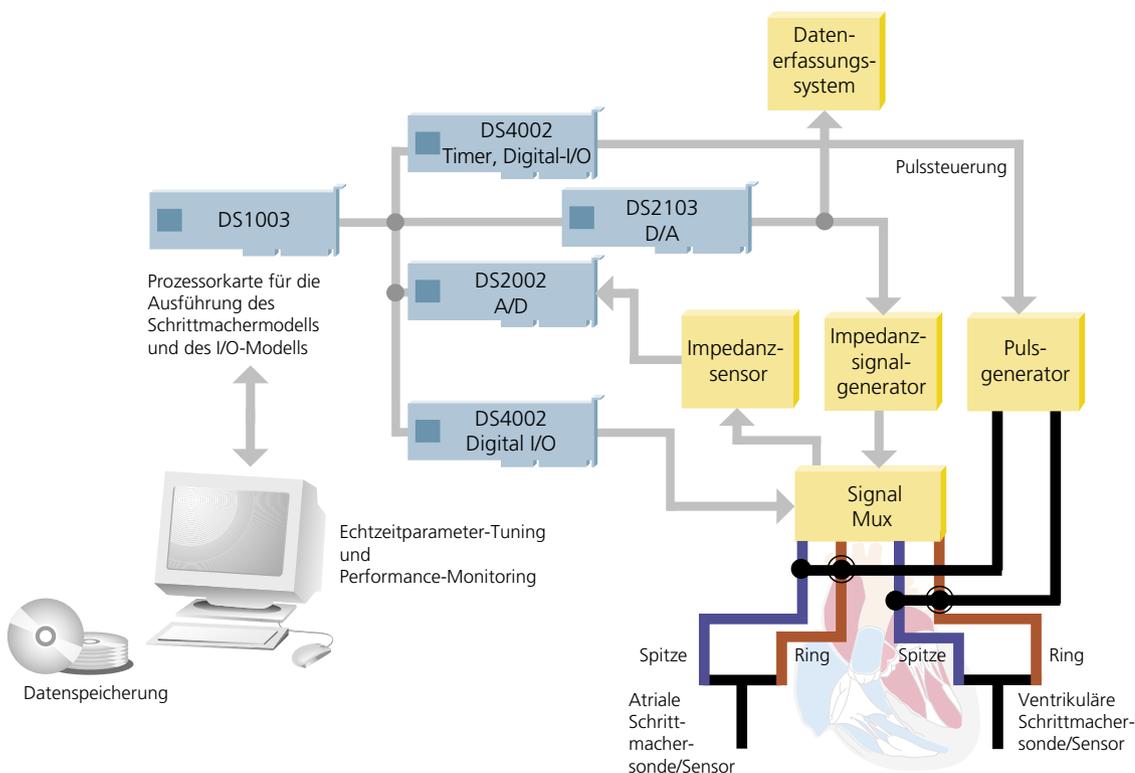
Prototyping-System verarbeitet. So konnten die erfassten Daten maximal genutzt werden, ohne dass die Experimente erneut durchgeführt werden mussten. „Die dSPACE-Systeme erfüllten unsere Anforderungen voll und ganz“, so Sterling. „Ich würde dSPACE-Produkte definitiv für den Einsatz in klinischen Studien empfehlen – besonders da, wo Parameter und Algorithmen häufig geändert werden müssen.“ Aus den Daten der Experimente resultierte ein Patent für den Impedanzsensor. Der Einsatz des Produkts auf kommerzieller Ebene steht noch aus.

*Dan Sterling  
President, SterlingTech*

Dan Sterling ist seit der Gründung 1988 Präsident von SterlingTech. Er verfügt über langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der sicherheitskritischen Software-Entwicklung einschließlich Entwurf und Test von Software für implantierbare und externe medizinische Geräte sowie für Monitoring-Equipment. Zum Produktportfolio des Unternehmens gehören auch Software-Entwicklung und Validierungsservices.



*www.SterlingTechSoftware.com  
Tenafly, NJ, United States*



◀ *Schematischer Aufbau. Die in die Herzkammern führenden Sonden haben am Ende je zwei Leiter. Einer davon ist an der Spitze positioniert, der andere befindet sich in Form eines Rings um die Sonde ca. 2,5 cm unterhalb der Spitze. Zum Schrittmachen werden elektrische Impulse zwischen Spitze und Ring erzeugt. Die Impedanz wird durch Signalgenerierung an einer der beiden Sondenspitzen oder -ringen gemessen.*